

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum

10. November 2016 (10.11.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2016/177593 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01F 25/00 (2006.01) G01F 1/66 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/059137

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. April 2016 (25.04.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102015106897.4 4. Mai 2015 (04.05.2015) DE

(71) Anmelder: ENDRESS+HAUSER FLOWTEC AG
[CH/CH]; Kägenstr. 7, 4153 Reinach (CH).

(72) Erfinder: BEZDEK, Michal; Bürgerweg 3, 4147 Aesch
(CH). BRUMBERG, Oliver; Grendelmattweg 15, 79618
Rheinfelden (DE).

(74) Anwalt: ANDRES, Angelika; Colmarer Str. 6,
Endress+Hauser (Deutschland) AG+Co. KG, 79576 Weil
am Rhein (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

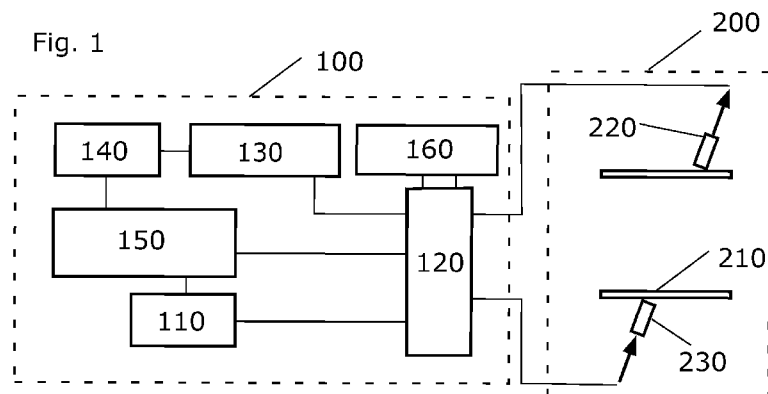
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR VERIFYING THE OPERATION OF AN ULTRASOUND FLOW METER ON THE
BASIS OF THE PROPAGATION TIME DIFFERENCE METHOD

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR VERIFIKATION DES BETRIEBS EINES ULTRASCHALL-
DURCHFLUSSMESSGERÄTS BASIEREND AUF DEM LAUFZEITDIFFERENZENVERFAHREN



(57) Abstract: This patent application relates to a method and a device for verifying the operation of an ultrasound flow meter, wherein the inventive method (Fig. 2) is based on the measurement of test signal propagation times and wherein the device according to the invention comprises an electronic circuit for implementing the method.

(57) Zusammenfassung: Diese Patentanmeldung umfasst ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verifikation des Betriebs eines Ultraschall-Durchflussmessgeräts, wobei das erfindungsgemäße Verfahren (Fig. 2) auf der Messung von Prüfsignallaufzeiten basiert, wobei die erfindungsgemäße Vorrichtung eine elektronische Schaltung zur Umsetzung des Verfahrens umfasst.

Verfahren und Vorrichtung zur Verifikation des Betriebs eines Ultraschall-Durchflussmessgeräts basierend auf dem Laufzeitdifferenzenverfahren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verifikation des Betriebs
5 eines Ultraschall-Durchflussmessgeräts basierend auf dem Laufzeitdifferenzenverfahren zur Messung von Durchflussgeschwindigkeiten oder dem Volumendurchfluss von Medien in einer Rohrleitung. Solche Verfahren und Vorrichtungen erleichtern das schnelle Auffinden von Defekten von Ultraschall-Durchflussmessgeräten.

10 Die Patentschrift EP 2 428 777 B1 offenbart ein solches Verfahren, bei welchem zur Verifikation des Betriebs des Ultraschall-Durchflussmessgeräts Prüfsignale mit vordefinierter Laufzeit emuliert werden, wobei wie bei echten Messsignalen eine Durchflussgeschwindigkeit errechnet wird, wobei das errechnete Ergebnis durch Vergleich mit dem zu erwartenden Ergebnis auf die Funktionsfähigkeit der Mess- bzw.
15 Auswerteelektronik schließen lässt. Hierzu ist mindestens ein Paar von Prüfsignalen notwendig, wobei jeweils eines dieser Prüfsignale eines Prüfsignalaars einem in Flussrichtung und das andere Prüfsignal einem gegen die Flussrichtung des Mediums laufenden Messsignal entspricht. Die Tatsache, dass mindestens zwei Prüfsignale zur Verifikation des Betriebs des Ultraschall-Durchflussmessgeräts benötigt werden, zieht
20 einen erhöhten Aufwand in Bezug auf die Analyse der Prüfsignale und die Elektronik und somit auch in Bezug auf den Energieverbrauch nach sich und erhöht weiterhin die Fehleranfälligkeit des Verfahrens und der Vorrichtung.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein einfaches und robustes Verfahren zur Verifikation des Betriebs des Ultraschall-Durchflussmessgeräts und eine Vorrichtung zu
25 dessen Durchführung bereitzustellen, was einen geringeren Schaltungsaufwand und Energieverbrauch zur Folge hat. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren gemäß der unabhängigen Betriebsschaltung in Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß des unabhängigen Anspruchs 8.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird durch eine Betriebsschaltung umgesetzt, welche
30 zur Verifikation des Betriebs des Ultraschall-Durchflussmessgeräts die Laufzeit eines

einzelnen Prüfsignals überprüft, wobei das Verfahren zur Verifikation des Betriebs des Ultraschall-Durchflussmessgeräts folgende Schritte umfasst:

Erzeugen eines Prüfsignals; Prüfsignallaufzeitmessung durch die Betriebsschaltung; wobei das Verfahren weiterhin umfasst: Überprüfen der Prüfsignallaufzeitmessung
5 durch die Betriebsschaltung zur Verifikation des Betriebs des Ultraschall-Durchflussmessgeräts.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens wird das erzeugte Prüfsignal einem Signaleingang der Betriebsschaltung zugeführt, welcher im Messbetrieb an die Messeinheit des Ultraschall-Durchflussmessgeräts angeschlossen ist.

- 10 In einer Ausgestaltung des Verfahrens erfolgt die Prüfsignallaufzeitmessung durch Zählen eines der Taktsignale der Betriebsschaltung, wobei das Erzeugen des Prüfsignals durch die Betriebsschaltung um ein definiertes oder definierbares Zeitintervall gegenüber dem Start des Zählens verzögert wird, wobei das Zählen durch Detektion des Prüfsignals durch die Betriebsschaltung beendet wird, wobei die
15 gemessene Prüfsignallaufzeit mit dem gewählten Zeitintervall verglichen wird.

- In einer Ausgestaltung des Verfahrens ist die Verifikation des Betriebs des Ultraschall-Durchflussmessgeräts durch einen hinreichend geringen Unterschied zwischen Prüfsignallaufzeit und gewähltem Zeitintervall gegeben, wobei der Unterschied beispielsweise nicht mehr als 1%, insbesondere nicht mehr als 0,5% und bevorzugt
20 nicht mehr als 0,25% beträgt.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens wird eine Prüfsignalverarbeitungsqualität durch Vergleich von Parametern des von der Betriebsschaltung verarbeiteten Prüfsignals mit Referenzkriterien gemessen, so dass Rückschlüsse auf die Funktion der Betriebsschaltung gezogen werden können.

- 25 In einer Ausgestaltung des Verfahrens wird der zeitliche Verlauf des Prüfsignals durch Aufrufen und Erzeugen einer gespeicherten Signalform dem zeitlichen Verlauf eines typischen gemessenen Ultraschallsignals nachempfunden, so dass der signalverarbeitende Teil der Betriebsschaltung im Rahmen seiner Spezifikation arbeitet.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens wird der zeitliche Verlauf des Prüfsignals durch elektronische Maßnahmen an den zeitlichen Verlauf eines typischen gemessenen Ultraschallsignals angepasst, wobei die Anpassung verschiedene Parameter wie beispielsweise Amplitude oder zeitliche Dauer oder insbesondere die Anzahl der Oszillationen oder bevorzugt das Frequenzspektrum berücksichtigen kann, so dass der signalverarbeitende Teil der Betriebsschaltung im Rahmen seiner Spezifikation arbeitet.

Die erfindungsgemäße Betriebsschaltung weist mindestens einen Messmodus sowie mindestens einen Verifikationsmodus auf, wobei die Betriebsschaltung dazu eingerichtet ist im Verifikationsmodus die folgenden Schritte durchzuführen:

- 10 Start einer Prüfsignallaufzeitmessung mit Beginn eines der Taktsignale der Betriebsschaltung; Erzeugen eines Prüfsignals, wobei das Erzeugen des Prüfsignals um ein definiertes oder definierbares Zeitintervall gegenüber dem Start des Zählens verzögert wird, wobei die Verzögerung durch die Betriebsschaltung wählbar ist; Beenden der Prüfsignallaufzeitmessung durch Detektion des Prüfsignals durch die
- 15 Betriebsschaltung und Vergleich der gemessenen Prüfsignallaufzeit mit dem Zeitintervall.

- In einer weiteren umfasst die Betriebsschaltung mindestens eine Signalsendeschaltung, mindestens eine Steuerungs/Auswerteschaltung, mindestens einen Signalverstärker, mindestens eine spannungssensitive Schaltung zur Signalerkennung, mindestens einen
- 20 Multiplexer und mindestens eine Dämpfungsschaltung.

- In einer Ausgestaltung der Betriebsschaltung verwendet die Betriebsschaltung im Messmodus die mindestens eine Signalsendeschaltung, die mindestens eine Steuerungs/Auswerteschaltung, den mindestens einen Signalverstärker, die mindestens eine spannungssensitive Schaltung zur Signalerkennung und den mindestens einen
- 25 Multiplexer zum Ansteuern der Ultraschallwandler als Sender bzw. Empfänger, wobei die Ultraschallsignallaufzeit mittels des Multiplexers wählbar ist.

In einer Ausgestaltung der Betriebsschaltung verwendet die Betriebsschaltung im Verifikationsmodus die mindestens eine Signalsendeschaltung, die mindestens eine Steuerungs/Auswerteschaltung, den mindestens einen Signalverstärker, die

mindestens eine spannungssensitive Schaltung zur Signalerkennung, den mindestens einen Multiplexer und die mindestens eine Dämpfungsschaltung, wobei die mindestens eine Dämpfungsschaltung dazu angehalten ist, den zeitlichen Verlauf des Prüfsignals durch elektronische Maßnahmen an den zeitlichen Verlauf eines typischen gemessenen Ultraschallsignals anzupassen, wobei die mindestens eine Steuerungs-/Auswerteschaltung dazu angehalten ist, das Senden des Prüfsignals gegenüber dem Start der Prüfsignallaufzeitmessung um ein definiertes oder definierbares Zeitintervall zu verzögern.

In einer Ausgestaltung der Betriebsschaltung ist die Dauer eines Durchlaufs des Verifikationsmodus kürzer als 1 Sekunde und insbesondere kürzer als 0.3 Sekunden, wobei der Anteil des Verifikationsmodus an der Betriebsdauer weniger als 5% und insbesondere weniger als 2% des Anteils des Messmodus an der Betriebsdauer der Betriebsschaltung beträgt, wobei der Messmodus durch den Verifikationsmodus kurzfristig unterbrechbar ist, so dass der Messmodus quasikontinuierlich anwendbar ist.

In einer Ausgestaltung der Betriebsschaltung ist der Betriebsmodus durch die Betriebsschaltung wählbar.

Es wird also durch die vorliegende Erfindung ein Ultraschall-Durchflussmessgerät vorgeschlagen, dessen Betrieb durch ein einfaches und robustes Verfahren und einer Vorrichtung zur Anwendung dieses Verfahrens verifiziert wird. Im Rahmen dieses Verfahrens wird also zur Verifikation des Betriebs des Ultraschall-Durchflussmessgeräts nur eine Laufzeitmessung eines einzelnen Prüfsignals durchgeführt.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von in Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1: einen schematischen Aufbau einer beispielhaften Ausführungsform der Betriebsschaltung in Verbindung mit der Messeinheit des Ultraschall-Durchflussmessgeräts; und Fig. 2: einen schematischen Ablauf einer beispielhaften Ausführungsform des Verifikationsverfahrens im Verifikationsmodus 30, also ein

Durchlauf des erfindungsgemäßen Verfahrens; und Fig. 3: einen schematischen Ablauf einer beispielhaften Ausführungsform des Messverfahrens im Messmodus 40.

Fig. 1 zeigt ein Ultraschall-Durchflussmessgerät, das im Wesentlichen die

- 5 Betriebsschaltung 100 und die Messeinheit des Ultraschall-Durchflussmessgeräts 200 umfasst. Die Betriebsschaltung umfasst eine Signalsendeschaltung 100, einen Multiplexer 120, einen Verstärker 130, eine spannungssensitive Schaltung 140, eine Steuerungs/Auswerteschaltung 150 und eine Dämpfungsschaltung 160. Die Messeinheit umfasst ein Paar von Ultraschallwandlern 220 und 230, die am
- 10 Durchflussrohr 210 angeordnet sind.

Fig. 2 zeigt den Ablauf der beispielhaften Ausführungsform des Verifikationsverfahrens im Verifikationsmodus (30). Der Ablauf beginnt mit dem Start der Laufzeitmessung 300 durch die Steuerungs/Auswerteschaltung 150.

- Der nächste Verfahrensschritt 301 wird mit dem verzögerten Senden des Prüfsignals
- 15 durch die Signalsendeschaltung 110 eingeleitet. Die Signalsendeschaltung 110 kann beispielsweise dazu eingerichtet sein, eine in einem Speicher gespeicherte, an den zeitlichen Verlauf eines typischen gemessenen Ultraschallsignals angepasste Signalform aufzurufen und ein Prüfsignal dieser Gestalt zu versenden.

- Der nächste Verfahrensschritt 302 umfasst die Weiterleitung des Prüfsignals durch den
- 20 Multiplexer 120 an die Dämpfungsschaltung 160, wobei der Multiplexer durch die Steuerungs/Auswerteschaltung 150 dazu angeleitet wird, das Prüfsignal an die Dämpfungsschaltung 160 weiterzuleiten.

- Der nächste Verfahrensschritt 303 umfasst die Dämpfung des Prüfsignals durch die Dämpfungsschaltung 160, so dass die Prüfsignalamplitude beim Eintritt in den
- 25 Verstärker 130 beispielsweise weniger als einen Faktor 10 größer ist als die Amplitude eines typischen empfangenen Messsignals und insbesondere weniger als einen Faktor 5 größer ist als die Amplitude eines typischen empfangenen Messsignals und bevorzugt weniger als einen Faktor 2 größer ist als die Amplitude eines typischen empfangenen Messsignals. Die Dämpfungsschaltung kann beispielsweise dazu eingerichtet sein, das

Prüfsignal durch elektronische Maßnahmen an den zeitlichen Verlauf eines typischen gemessenen Ultraschallsignals anzupassen.

Der nächste Verfahrensschritt 304 umfasst die Verstärkung des Prüfsignals durch den Verstärker 130.

- 5 Der nächste Verfahrensschritt 305 umfasst die Detektion des Prüfsignals durch die spannungssensitive Schaltung 140.

Der nächste Verfahrensschritt 306 umfasst die Auswertung des Prüfsignals durch Steuerungs/Auswerteschaltung 150, wobei die Prüfsignallaufzeitmessung durch Zählen des zur Prüfsignallaufzeitmessung gehörenden Taktsignals erfolgt. Die

- 10 Steuerungs/Auswerteschaltung 150 kann beispielsweise auch dazu eingerichtet sein, die Prüfsignalverarbeitungsqualität durch Vergleich von Parametern mit Referenzkriterien zu messen, so dass Rückschlüsse auf die Funktion der Betriebsschaltung gezogen werden können.

- Fig. 3 zeigt den Ablauf der beispielhaften Ausführungsform des Messverfahrens im
15 Messmodus (40). Der Ablauf beginnt mit dem Start der Laufzeitmessung 400 durch die Steuerungs/Auswerteschaltung 150 und dem gleichzeitigen Senden eines elektronischen Ultraschallerregersignals durch die Signalsendeschaltung 110, wobei einer der Ultraschallwandler 220, 230 dazu angehalten ist, das Ultraschallerregersignal in ein Ultraschallsignal zu wandeln.

- 20 Der nächste Verfahrensschritt 401 umfasst die Weiterleitung des gesendeten Ultraschallerregersignals durch den Multiplexer 120 an die Messeinheit des Ultraschall-Durchflussmessgeräts 200, wobei der Multiplexer durch die Steuerungs/Auswerteschaltung 150 dazu angeleitet wird, das Ultraschallerregersignal an die Messeinheit 200 und insbesondere an einen der Ultraschallwandler 220, 230
25 weiterzuleiten.

Der nächste Verfahrensschritt 402 umfasst die Erzeugung eines Ultraschallsignals aus dem Ultraschallerregersignal durch einen der Ultraschallwandler 220, 230 und die Rückwandlung des Ultraschallsignals in ein elektronisches Messsignal durch den jeweils anderen Ultraschallwandler 230, 220 des Ultraschallwandlerpaars.

Der nächste Verfahrensschritt 403 umfasst die Weiterleitung des durch einen der Ultraschallwandler 220, 230 empfangenen Messsignals durch den Multiplexer 120, wobei der Multiplexer 120 durch die Steuerungs/Auswerteschaltung 150 dazu angeleitet wird, das empfangene Messsignal an den Verstärker 130 weiterzuleiten.

- 5 Der nächste Verfahrensschritt 404 umfasst die Verstärkung des empfangenen Messsignals durch den Verstärker.

Der nächste Verfahrensschritt 405 umfasst die Detektion des empfangenen Messsignals durch die spannungssensitive Schaltung 140.

- 10 Der nächste Verfahrensschritt 406 umfasst die Auswertung des empfangenen Messsignals durch Steuerungs/Auswerteschaltung 150, wobei die Messsignallaufzeitmessung durch Zählen des zur Messsignallaufzeitmessung gehörenden Taktsignals erfolgt.

Bezugszeichenliste

	100	Betriebsschaltung
	110	Signalsendeschaltung
	120	Multiplexer
5	130	Verstärker
	140	Spannungssensitive Schaltung
	150	Steuerungs/Auswerteschaltung
	160	Dämpfungsschaltung
	200	Messeinheit des Ultraschall-Durchflussmessgeräts
10	210	Rohrleitung
	220	Ultraschallwandler
	230	Ultraschallwandler
	30	Verifikationsmodus
	300	Start der Prüfsignallaufzeitmessung
15	301	Senden des Prüfsignals
	302	Prüfsignalweiterleitung zur Dämpfungsschaltung
	303	Dämpfung des Prüfsignals
	304	Verstärkung des Prüfsignals
	305	Detektion des Prüfsignals durch spannungssensitive Schaltung 140
20	306	Auswertung des Prüfsignals.
	40	Messmodus
	400	Start der Laufzeitmessung und Senden des Messsignals
	401	Ultraschallerregersignalweiterleitung zu Ultraschallwandler
	402	Erzeugung und Rückwandlung von Ultraschallsignal
25	403	Messsignalweiterleitung zu Verstärker
	404	Verstärkung des Messsignals
	405	Detektion des Messsignals durch spannungssensitive Schaltung 140
	406	Auswertung des Messsignals

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verifikation des Betriebs von Ultraschall-Durchflussmessgeräten basierend auf dem Laufzeitdifferenzenverfahren zur
5 Messung von Durchflussgeschwindigkeiten oder dem Volumendurchfluss von Medien in einer Rohrleitung,

wobei das Ultraschall-Durchflussmessgerät zumindest eine Messeinheit (200) mit mindestens einem Paar von Ultraschallwandlern (220 und 230); und

- mindestens eine daran angeschlossene elektronische Betriebsschaltung (100) umfasst,
10 wobei das Verfahren zur Verifikation des Betriebs des Ultraschall-Durchflussmessgeräts folgende Schritte umfasst:

Erzeugen eines Prüfsignals;

Prüfsignallaufzeitmessung durch die Betriebsschaltung; dadurch gekennzeichnet, dass

- das Verfahren weiterhin umfasst: Überprüfen der Prüfsignallaufzeitmessung durch die
15 Betriebsschaltung (100) zur Verifikation des Betriebs des Ultraschall-Durchflussmessgeräts.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

wobei das Prüfsignal einem Signaleingang der Betriebsschaltung (100) zugeführt wird, welcher im Messbetrieb an die Ultraschallwandler (220 und 230) angeschlossen ist.

- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2,

- dadurch gekennzeichnet, dass die Messung der Prüfsignallaufzeit durch Zählen eines der Taktsignale der Betriebsschaltung (100) erfolgt, wobei das Erzeugen des Prüfsignals um ein definiertes oder definierbares Zeitintervall gegenüber dem Start des Zählens verzögert wird, wobei das Zählen durch Detektion des Prüfsignals durch die
25 Betriebsschaltung (100) beendet wird, wobei die gemessene Prüfsignallaufzeit mit dem Zeitintervall verglichen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

dass die Verifikation des Betriebs des Ultraschall-Durchflussmessgeräts durch einen hinreichend geringen Unterschied zwischen Prüfsignallaufzeit und dem Zeitintervall gegeben ist, wobei der Unterschied beispielsweise nicht mehr als 1%, insbesondere
5 nicht mehr als 0,5% und bevorzugt nicht mehr als 0,25% beträgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass eine Prüfsignalverarbeitungsqualität durch Vergleich von Parametern des von der Betriebsschaltung (100) verarbeiteten Prüfsignals mit Referenzkriterien erfolgt.

10 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass der zeitliche Verlauf des Prüfsignals dem Verlauf typischer gemessener Ultraschallsignale angepasst ist, wobei das Prüfsignal aus einer in einer Datei gespeicherten Signalform erzeugt wird.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

15 dass der zeitliche Verlauf des Prüfsignals nach seiner Erzeugung durch elektronische Maßnahmen an den zeitlichen Verlauf typischer gemessener Ultraschallsignale angepasst wird.

8. Ultraschall-Durchflussmessgerät zur Messung der
Durchflussgeschwindigkeit oder dem Volumendurchfluss von Medien in einer
20 Rohrleitung (210), umfassend:

zumindest eine Messeinheit mit mindestens einem Paar von Ultraschallwandlern (220,230); und

mindestens eine daran angeschlossene elektronische Betriebsschaltung (100), wobei die Betriebsschaltung mindestens einen Messmodus (40) sowie mindestens einen
25 Verifikationsmodus (30) aufweist, wobei die Betriebsschaltung dazu eingerichtet ist, im Verifikationsmodus die folgenden Schritte durchzuführen:

Start einer Prüfsignallaufzeitmessung mit Beginn eines der Taktsignale der Betriebsschaltung (300), Erzeugen eines Prüfsignals (301), wobei das Erzeugen des Prüfsignals um ein definiertes oder definierbares Zeitintervall gegenüber dem Start des Zählens verzögert wird;

- 5 Beendigung der Prüfsignallaufzeitmessung durch Detektion des Prüfsignals durch die Betriebsschaltung (305); und

Vergleich der gemessenen Prüfsignallaufzeit mit dem Zeitintervall (306).

9. Ultraschall-Durchflussmessgerät nach Anspruch 8,

- wobei die Betriebsschaltung mindestens eine Signalsendeschaltung (110), mindestens
10 eine Steuerungs/Auswerteschaltung (150), mindestens einen Signalverstärker (130),
mindestens eine spannungssensitive Schaltung (140) zur Signalerkennung, mindestens
einen Multiplexer (120) und mindestens eine Dämpfungsschaltung (160) umfasst.

10. Ultraschall-Durchflussmessgerät nach Anspruch 9,

- wobei die Betriebsschaltung im Messmodus (40) dazu eingerichtet ist, mindestens eine
15 Signalsendeschaltung (110), mindestens eine Steuerungs/Auswerteschaltung (150),
mindestens einen Signalverstärker (130), mindestens eine spannungssensitive
Schaltung (140) zur Signalerkennung, mindestens einen Multiplexer (120) zum
Ansteuern der Ultraschallwandler (220,230) als Sender bzw. Empfänger zu verwenden,
wobei die Ultraschallsignallaufzeit mittels des Multiplexers (120) wählbar ist,

20 11. Ultraschall-Durchflussmessgerät nach Anspruch 9,

- wobei die Betriebsschaltung im Verifikationsmodus dazu eingerichtet ist, mindestens
eine Signalsendeschaltung (110), mindestens eine Steuerungs/Auswerteschaltung
(150), mindestens einen Signalverstärker (130), mindestens eine spannungssensitive
Schaltung (140) zur Signalerkennung, mindestens einen Multiplexer (120) zur
25 Prüfsignalweiterleitung und mindestens eine Dämpfungsschaltung (160) zu verwenden.

12. Ultraschall-Durchflussmessgerät nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer eines Durchlaufs des Verifikationsmodus (30) kürzer als 1 Sekunde und insbesondere kürzer als 0.3 Sekunden ist, wobei der Anteil des Verifikationsmodus an der Betriebsdauer weniger als 5% und insbesondere weniger als 2% des Anteils des Messmodus an der Betriebsdauer der Betriebsschaltung beträgt, wobei der Messmodus (40) durch den Verifikationsmodus kurzfristig unterbrechbar ist, so dass der Messmodus quasikontinuierlich anwendbar ist.

13. Ultraschall-Durchflussmessgerät nach Anspruch 12,

wobei der Betriebsmodus durch die Betriebsschaltung wählbar ist.

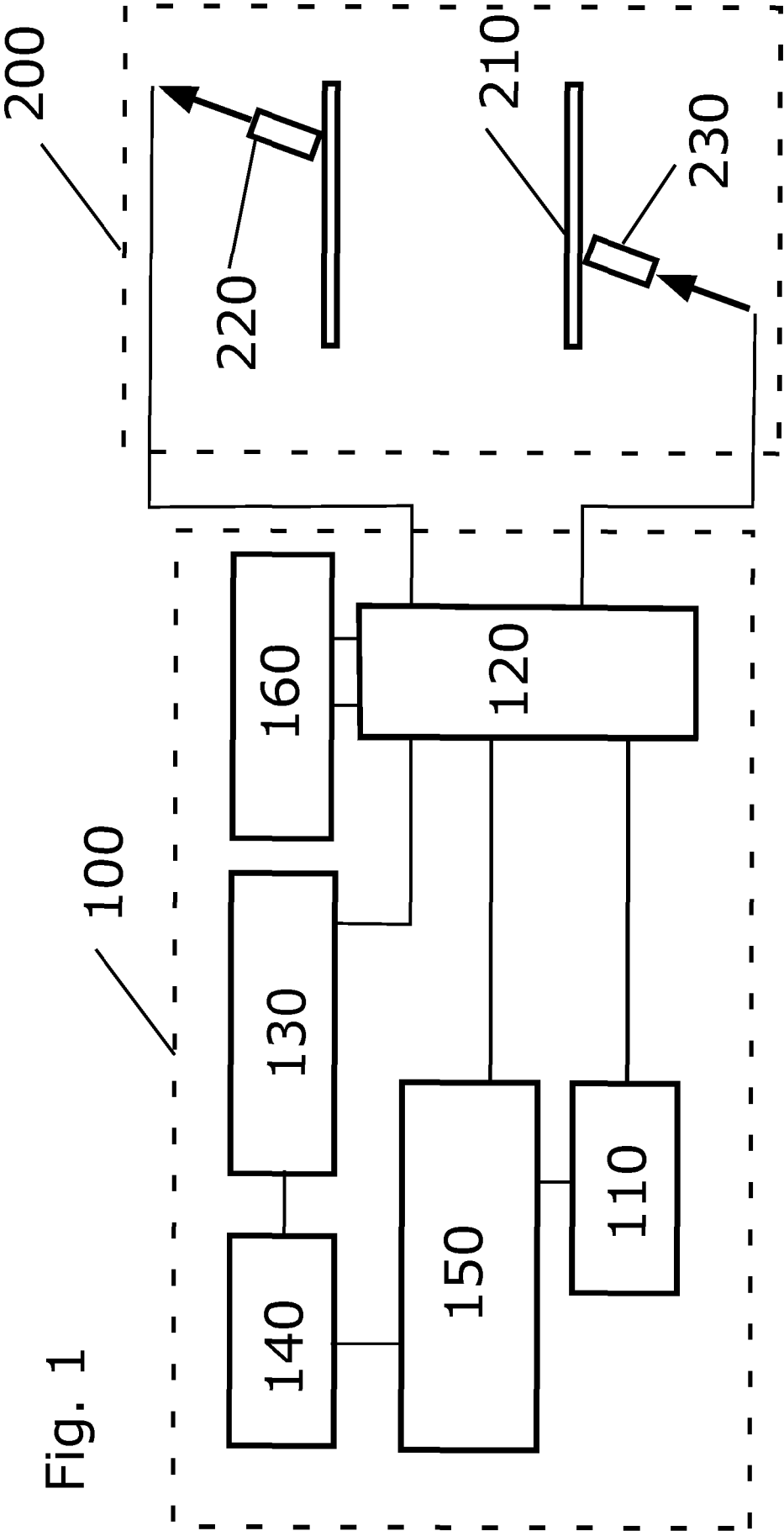


Fig. 2

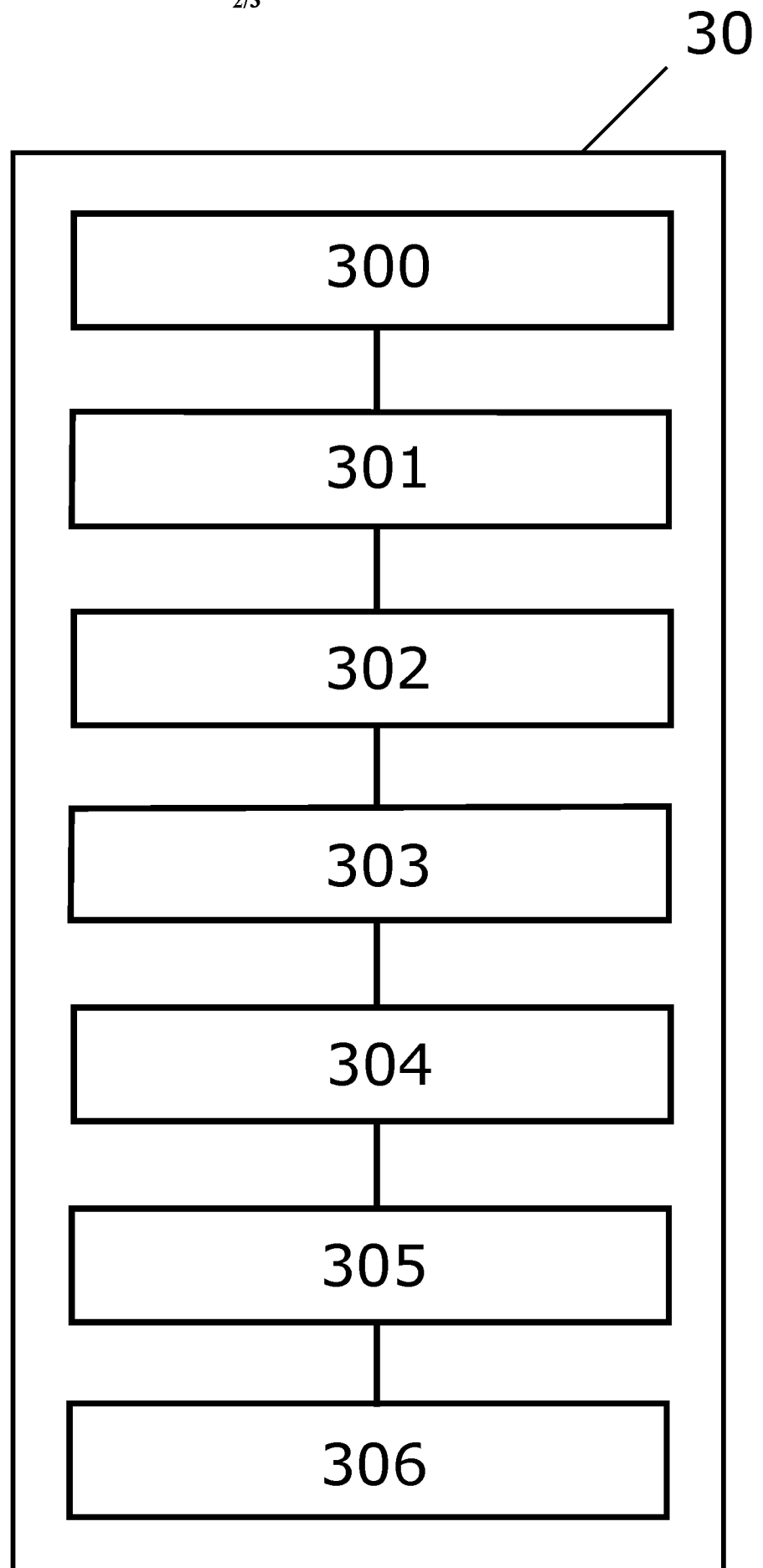
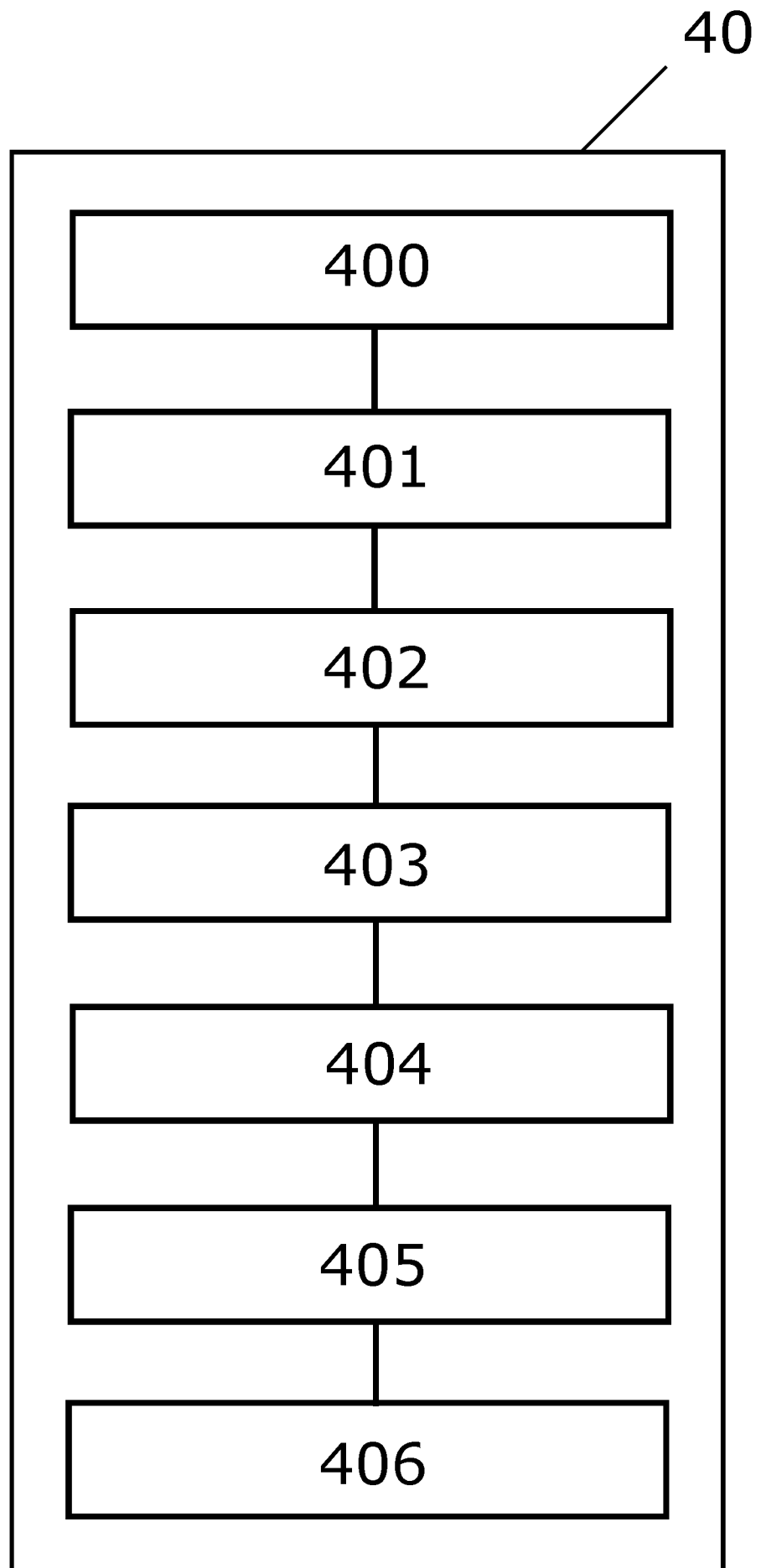


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/059137

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01F25/00 G01F1/66
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 26 41 771 A1 (FUJI ELECTRIC CO LTD) 16 March 1978 (1978-03-16) figure 1 page 3, paragraph 1 - paragraph 3 page 5, paragraph 2 - page 7, paragraph 1 -----	1-13
A	EP 2 428 777 B1 (SICK ENGINEERING GMBH [DE]) 30 April 2014 (2014-04-30) cited in the application paragraphs [0008], [0009], [0042] - [0044] -----	1-13
A	EP 1 094 304 A1 (AQUAMETRO AG [CH]) 25 April 2001 (2001-04-25) paragraph [0078] - paragraph [0080]; figure 3 ----- -/-	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 August 2016

Date of mailing of the international search report

19/08/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nierhaus, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/059137

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 429 063 A (FLOWNETIX LTD [GB]) 14 February 2007 (2007-02-14) page 16, line 3 - line 32 -----	1-13
A	US 4 509 373 A (BROWN ALVIN E [US]) 9 April 1985 (1985-04-09) figures 2, 3 -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/059137

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2641771	A1	16-03-1978	NONE
EP 2428777	B1	30-04-2014	EP 2428777 A1 14-03-2012 US 2012060623 A1 15-03-2012
EP 1094304	A1	25-04-2001	NONE
GB 2429063	A	14-02-2007	BR PI0614772 A2 12-04-2011 CN 101248331 A 20-08-2008 GB 2429063 A 14-02-2007 IL 189349 A 29-02-2012 JP 4954210 B2 13-06-2012 JP 2009505054 A 05-02-2009 KR 20080039494 A 07-05-2008 US 2008250870 A1 16-10-2008
US 4509373	A	09-04-1985	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01F25/00 G01F1/66
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 26 41 771 A1 (FUJI ELECTRIC CO LTD) 16. März 1978 (1978-03-16) Abbildung 1 Seite 3, Absatz 1 - Absatz 3 Seite 5, Absatz 2 - Seite 7, Absatz 1 -----	1-13
A	EP 2 428 777 B1 (SICK ENGINEERING GMBH [DE]) 30. April 2014 (2014-04-30) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0008], [0009], [0042] - [0044] -----	1-13
A	EP 1 094 304 A1 (AQUAMETRO AG [CH]) 25. April 2001 (2001-04-25) Absatz [0078] - Absatz [0080]; Abbildung 3 -----	1-13
A	GB 2 429 063 A (FLOWNETIX LTD [GB]) 14. Februar 2007 (2007-02-14) Seite 16, Zeile 3 - Zeile 32 -----	1-13
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. August 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/08/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Nierhaus, Thomas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 509 373 A (BROWN ALVIN E [US]) 9. April 1985 (1985-04-09) Abbildungen 2, 3 -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/059137

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2641771	A1	16-03-1978	KEINE
EP 2428777	B1	30-04-2014	EP 2428777 A1 14-03-2012
		US 2012060623	A1 15-03-2012
EP 1094304	A1	25-04-2001	KEINE
GB 2429063	A	14-02-2007	BR PI0614772 A2 12-04-2011
		CN 101248331	A 20-08-2008
		GB 2429063	A 14-02-2007
		IL 189349	A 29-02-2012
		JP 4954210	B2 13-06-2012
		JP 2009505054	A 05-02-2009
		KR 20080039494	A 07-05-2008
		US 2008250870	A1 16-10-2008
US 4509373	A	09-04-1985	KEINE